

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013517223 **Image available**

WPI Acc No: 2001-001429/ 200101

XRPX Acc No: N01-001161

Zoom lens for e.g. video camera, has back lens group with positive lens in image surface side that is made to move along optical axis when focus adjustment is performed

Patent Assignee: FUJI PHOTO FILM CO LTD (FUJF)

Inventor: IKARI K; KAYANUMA Y

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2000009997	A	20000114	JP 98180389	A	19980626	200101 B
<u>US 6124987</u>	A	20000926	US 99338564	A	19990623	200101

Priority Applications (No Type Date): JP 98180389 A 19980626

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

JP 2000009997	A		31	G02B-015/16	
---------------	---	--	----	-------------	--

US 6124987	A			G02B-015/14	
------------	---	--	--	-------------	--

Abstract (Basic): JP 2000009997 A

NOVELTY - The zoom lens includes a front lens group (10) of negative refractivity and a back lens group (20) of positive refractivity. The back lens group has a positive lens (25) in the image surface side. The positive lens in the image surface side is made to move along the optical axis, when focus adjustment is performed.

DETAILED DESCRIPTION - The ratio of the focal length of the positive lens and the combined focal length of the back lens group is greater than 0.5, and less than 5.0. The value of the image formation multiplying factor of the positive lens is greater than 0.01 and less than 1. The ratio of the curvature radius of the object side surface of the positive lens and the curvature radius of the image side surface of the positive lens is greater than or equal to negative 1, and less than or equal to 0.3.

USE - For e.g. video camera, electronic still camera.

ADVANTAGE - Enables sufficiently lengthening the back focus. Restrains the aggravation of the curvature of field since the beam which passes the positive lens becomes almost parallel to the optical axis. Secures sufficient peripheral light quantity at the time of focusing in near distance even if the diameter of the lens is not enlarged. Enables using a small drive system since the total weight of the lens is reduced.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the block diagram of the zoom lens.

Front lens group (10)

Back lens group (20)

Positive lens (25)

pp; 31 DwgNo 1/42

Title Terms: ZOOM; LENS; VIDEO; CAMERA; BACK; LENS; GROUP; POSITIVE; LENS; IMAGE; SURFACE; SIDE; MADE; MOVE; OPTICAL; AXIS; FOCUS; ADJUST; PERFORMANCE

Derwent Class: P81; W04

International Patent Class (Main): G02B-015/14; G02B-015/16

International Patent Class (Additional): G02B-013/18

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): W04-M01C1A

T S6/5/1

6/5/1

DIALOG(R) File 347:JAPIO

(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06424435 **Image available**
ZOOM LENS

PUB. NO.: 2000-009997 [JP 2000009997 A]
PUBLISHED: January 14, 2000 (20000114)
INVENTOR(s): KASHIWANUMA YASUNORI
 IGARI KAZUO
APPLICANT(s): FUJI PHOTO FILM CO LTD
APPL. NO.: 10-180389 [JP 98180389]
FILED: June 26, 1998 (19980626)
INTL CLASS: G02B-015/16; G02B-013/18

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide small size zoom lenses in which the fluctuations of various aberrations associated with a focusing are reduced.

SOLUTION: The lenses consist of front group lenses 10 having negative refractive powers, a diaphragm 35 and back group lenses 20 having positive refractive powers. The lenses 20 have a positive lens 25 at the closest side of an image surface and only the lens 25 is moved on an optical axis during a focusing. Let f_R be the composite focal length of the lenses 20, f_f be the focal distance of the lens 25, B_f be the image formation magnification of the lens 25, r_1 be the radius of the curvature of the object side surface of the lens 25 and r_2 be the radius of curvature of the image surface side. Then, the lenses satisfy conditional expressions $0.5(f_f/f_R) \leq 5.0$, $0.01(B_f) \leq 1.00$, and $-1.0 \leq r_1/r_2 \leq 0.3$. The exit pupil position is made farther by arranging the positive lens at the side closest to the image surface of the lens system. Moreover, the luminous flux, which passes the positive lens, is made approximately parallel with respect to the optical axis and the deterioration of the image surface deformation is prevented even though the positive lens is moved.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO
?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-9997

(P2000-9997A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

G 0 2 B 15/16

G 0 2 B 15/16

2 H 0 8 7

13/18

13/18

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願平10-180389

(22) 出願日 平成10年6月26日 (1998.6.26)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 栢沼 康修

埼玉県朝霞市泉水3-13-45 富士写真フイルム株式会社内

(72) 発明者 猪狩 和夫

埼玉県朝霞市泉水3-13-45 富士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100075281

弁理士 小林 和憲

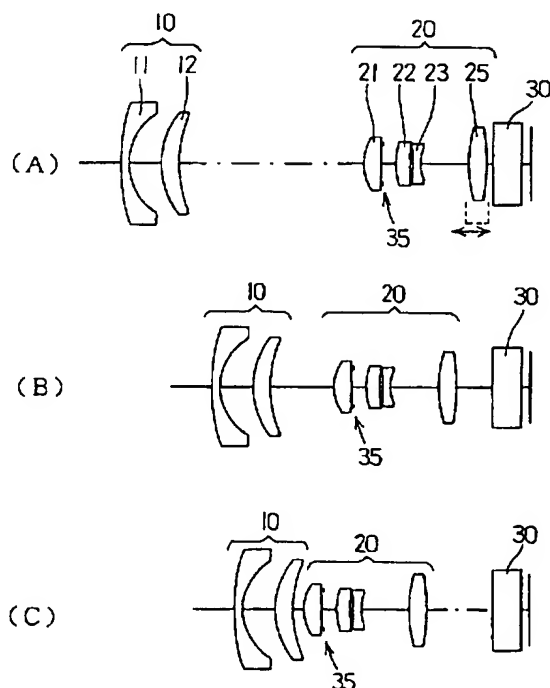
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 小型で、合焦にともなう諸収差の変動を抑えたズームレンズを提供する。

【解決手段】 負の屈折力の前群レンズ10と、絞り35を含み、正の屈折力の後群レンズ20とから構成される。後群レンズ20は、最も像面側に正レンズ25を有し、焦点調節を行う際には正レンズ25のみが光軸上で移動される。また、後群レンズ20の合成焦点距離を f_R 、正レンズ25の焦点距離を f_f 、正レンズ25の結像倍率を β_f 、正レンズ25の物体側の面の曲率半径を r_1 、像面側の面の曲率半径を r_2 としたときに「 $0.5 < f_f / f_R < 5.0$ 」, 「 $0.01 < \beta_f < 1.0$ 」, 「 $-1.0 \leq r_1 / r_2 \leq 0.3$ 」なる各条件式を満たす。レンズ系の最も像面側に正レンズを配置することで、射出瞳位置が遠くなる。また、この正レンズを通過する光束が光軸に対してほぼ平行になり、正レンズを移動させたとしても、像面湾曲の悪化が抑えられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、全体として負の屈折力を有する前群レンズと、絞りを含み、全体として正の屈折力を有する後群レンズとから構成され、広角端側から望遠端側に向かって変倍を行う際には、前群レンズと後群レンズとを光軸上で相対的に移動させるズームレンズにおいて、

前記後群レンズを構成するレンズのうち、最も像面側に位置するレンズが正レンズからなり、焦点調節を行う際には、この最も像面側に位置する正レンズのみを光軸上で移動させるとともに、後群レンズの合成焦点距離を f_R 、前記移動される正レンズの焦点距離を f_f 、移動される正レンズの結像倍率を β_f 、移動される正レンズの物体側の面の曲率半径を r_1 、移動される正レンズの像面側の面の曲率半径を r_2 としたときに、

$$0.5 < f_f / f_R < 5.0$$

$$0.01 < \beta_f < 1.00$$

$$-1.0 \leq r_1 / r_2 \leq 0.3$$

なる各条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 無限遠物体に合焦させたときの前記移動される正レンズと、この正レンズの物体側に位置するレンズとの面間隔を d 、レンズ系全体での広角端における焦点距離を f_w としたときに、

$$0.3 \leq d / f_w \leq 1.5$$

なる条件を満たすことを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項3】 前記前群レンズは、物体側より順に、メニスカス状の負レンズと、正レンズとの2枚のレンズから構成され、前記後群レンズは、物体側から順に、1枚ないし2枚の正レンズと、両面が凹面の負レンズと、正レンズとの3枚ないし4枚のレンズにより構成されることを特徴とする請求項1または2記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被写体像を固体撮像素子上に結像させるビデオカメラや電子スチルカメラに好適なズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】被写体像を固体撮像素子に結像させるビデオカメラや電子スチルカメラにおいては、固体撮像素子の受光面の前面に光学ローパスフィルターを配置して用いるのが一般的である。また、固体撮像素子の受光感度を向上するために、受光部前面に貼られたマイクロレンズに対して被写体光をほぼ垂直に入射させてシェーディングを防止することが重要である。

【0003】上記のような理由から、ビデオカメラや電子スチルカメラにおいては、広角を含む焦点距離の結像用のズームレンズとして、凹凸2群のレトロフォーカスタイプのレンズが一般に用いられている。レトロフォーカスレンズは、負の屈折力を有する前群レンズと、正の

屈折力を有する後群レンズとから構成され、焦点距離に比べてバックフォーカスを長くすることができるとともに、射出瞳位置を遠くできるため、マイクロレンズに対してほぼ垂直に光束を入射させることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】凹凸2群のレトロフォーカスタイプのズームレンズでは、焦点調節を行う際には前群レンズを一体的に物体側に繰り出す方式が多く用いられている。ところが、前群繰り出し方式のレンズでは、近距離に合焦した際の周辺光量を十分に確保しようとする、レンズ径を大きくしなくてはならず、光学系全体の大型化を招きやすい。また、前群レンズを構成する複数のレンズを一体的に移動させることは、レンズの駆動系にかかる負荷が大きく、大型の駆動系を必要とするばかりか、合焦にともなう諸収差の変動も大きくなるという欠点がある。

【0005】このような問題を解決するために、例えば実開昭62-76312号公報では、後群レンズを、物体側から順に、正の屈折力の正レンズ群と、負の屈折力の負レンズ群との2群に分割し、焦点調節を行う際には、正レンズ群と負レンズ群とのいずれか一方のレンズ群を移動させる方法が提案されている。ところが、最も像面側に負レンズを配置すると、射出瞳位置が近くなり、十分なバックフォーカスを得ることができなくなる。また、レンズ系全体として正の屈折力が強くなるため、諸収差のバランスを良好な状態に維持することが非常に難しい。

【0006】本発明は上記の事情を考慮してなされたもので、小型で、合焦にともなう諸収差の変動を抑えたズームレンズを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のズームレンズは、後群レンズを構成するレンズのうち、最も像面側に位置するレンズを正レンズとし、焦点調節を行う際には、この最も像面側に位置する正レンズのみを光軸上で移動させるとともに、後群レンズの合成焦点距離を f_R 、移動される正レンズの焦点距離を f_f 、移動される正レンズの結像倍率を β_f 、移動される正レンズの物体側の面の曲率半径を r_1 、移動される正レンズの像面側の面の曲率半径を r_2 としたときに、

$$0.5 < f_f / f_R < 5.0$$

$$0.01 < \beta_f < 1.00$$

$$-1.0 \leq r_1 / r_2 \leq 0.3$$

なる各条件式を満たすように構成するものである。

【0008】また、無限遠物体に合焦させたときの、移動される正レンズと、この正レンズの物体側に位置するレンズとの面間隔を d 、レンズ系全体での広角端における焦点距離を f_w としたときに、

$$0.3 \leq d / f_w \leq 1.5$$

なる条件を満たすようにするのがよい。

【0009】さらに、前群レンズを、物体側より順に、メニスカス状の負レンズと、正レンズとの2枚のレンズから構成し、後群レンズを、物体側から順に、1枚ないし2枚の正レンズと、両面が凹面の負レンズと、正レンズとの3枚ないし4枚のレンズにより構成するのがよい。

【0010】

【作用】レンズ系の最も像面側に正レンズを配置することで、射出瞳位置を遠くすることができる。また、最も像面側に位置する正レンズを通過する光束が光軸に対してほぼ平行になるため、焦点調節のためにこの正レンズを移動させたとしても、像面湾曲の変動を抑えることができる。

【0011】また、条件式

$$0.5 < f_f / f_R < 5.0$$

の下限を越えると、焦点調節を行う際に、最も像面側に位置するフォーカス用正レンズの移動量を大きくしなくてはならなくなり、レンズ系の全長が長くなってしまふ。一方、条件式の上限を越えると、焦点調節にともなう諸収差の変動が大きくなり、補正しきれなくなる。

【0012】条件式

$$0.01 < \beta_f < 1.00$$

の下限を越えると、フォーカス用正レンズの移動にともなう像面湾曲の変動が大きくなり、製造精度を高度に維持することができなくなる。条件式の上限を越えると、等倍位置をはさんで2カ所に共役点が存在するようになるため、ピント位置の判定ができなくなる。

【0013】条件式

$$-1.0 \leq r_1 / r_2 \leq 0.3$$

の下限を越えると、フォーカス用正レンズが像面側に強い曲率の凸面を向けることになり、球面収差が増大してこれを抑えきれなくなる。一方、条件式の上限を越えると、像面側に向けた凹面の曲率が強くなりすぎて、射出瞳位置が近くなるとともに、この正レンズは周縁部が像面側に大きく突出した形状となるため、バックフォーカスが短くなる。

【0014】また、射出瞳位置を遠く維持するとともに、至近距離に合焦した際の周辺光量を確保する上で、条件式

$$0.3 \leq d / f_w \leq 1.5$$

を満たすことが望ましい。この条件式の下限を越えると、射出瞳位置を遠くすることが困難になるばかりか、フォーカス用正レンズの移動スペースを確保することができなくなる。一方、条件式の上限を越えると、レンズ系の全長が長くなり、小型化の目的を達成できなくなる。

【0015】レンズ系全体での小型化を図るためには、前群レンズを、物体側より順に、メニスカス状の負レンズと、正レンズとの2枚のレンズから構成し、後群レン

ズを、物体側より順に、1枚ないし2枚の正レンズ、両面が凹面の負レンズ、正レンズの3枚ないし4枚のレンズにより構成することが望ましい。さらに、光学性能を向上する上では、前群レンズおよび後群レンズのそれぞれを、非球面状のレンズ面をもつレンズを用いて構成することが望ましい。

【0016】

【実施例】『第1実施例』図1は、本発明のズームレンズの構成を示すもので、図中(A)は広角端でのレンズ配置を、(B)は中間変倍位置でのレンズ配置を、

(C)は望遠端でのレンズ配置をそれぞれ表している。

ズームレンズ5は、物体側より順に、全体として負の屈折力を有する前群レンズ10と、全体として正の屈折力を有する後群レンズ20とから構成される。後群レンズ20の像面側には光学ローパスフィルターとしての平行ガラス30が配置されている。また、後群レンズ20内には、絞り35が含まれている。

【0017】前群レンズ10は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ11と、物体側に凸面を向けた正レンズ12との2枚のレンズから構成される。後群レンズ20は、物体側より順に、両面が凸面の正レンズ21と、物体側に凸面を向けた正レンズ22と、両面が凹面の負レンズ23と、両面が凸面の正レンズ25との4枚のレンズから構成される。絞り35は、後群レンズ20中、物体側に位置する2枚の正レンズ21、22の間に配置される。

【0018】このズームレンズ5では、焦点調節を行う際には、最も像面側に位置する正レンズ25のみが光軸上で移動される。また、広角端側から望遠端側に向かって変倍を行う際には、前群レンズ10と後群レンズ20とが光軸上で相対的に移動される。

【0019】第1実施例のズームレンズの仕様は次のとおりである。

$$f_w = 6.70393627333$$

$$f_T = 15.38048799$$

$$f_F = -17.5727447096$$

$$f_R = 11.8943064918$$

$$f_f = 16.7710678773$$

$$F_w = 3.6$$

$$F_T = 4.9$$

$$\omega_w = 30.8^\circ$$

$$\omega_T = 14.5^\circ$$

【0020】上記データ中、 f_w はズームレンズ5の広角端における焦点距離、 f_T はズームレンズ5の望遠端における焦点距離、 f_F は前群レンズ10の合成焦点距離、 f_R は後群レンズ20の合成焦点距離、 f_f は焦点調節時に移動されるフォーカス用正レンズ25の焦点距離をそれぞれ表している。また、 F_w はズームレンズ5の広角端におけるFナンバー、 F_T は望遠端におけるFナンバー、 ω_w は広角端における半面角、 ω_T は望遠端

における半画角を表している。

【0021】この第1実施例のズームレンズのレンズデータを表1に示す。なお、面番号iは物体側から順に各レンズの面に付した番号で、面間隔Dは次の面との間の

レンズ厚みあるいは空気間隔を表している(単位はm)。

【0022】

【表1】

面番号i	曲率半径R	面間隔D	屈折率N	アッペ数ν
1*	31.61388	0.800000	1.806104	40.73
2	6.69920	3.333658		
3	9.75023	1.766650	1.844231	25.32
4	14.25825	18.685345**		
5	5.52754	1.803327	1.611211	60.58
6	-90.92692	0.200000		
7	絞 り	1.300343		
8*	7.39258	1.382405	1.755120	45.60
9*	25.97164	0.313509		
10	-36.86126	0.800000	1.846660	23.80
11	4.85096	4.881037**		
12	16.31553	1.774750	1.606357	41.22
13	-26.28146	0.639076**		
14	∞	2.900000	1.516800	64.17
15	∞			

【0023】表1中、記号「*」を付した面は非球面を表す。また、記号「**」を付した面間隔は可変であり、表中には、無限遠物体に合焦したときの、広角端における面間隔を示してある。

【0024】非球面は、定義式

$$Z = ch^2 / [1 + \sqrt{1 - (1 + K)c^2 h^2}] + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10}$$

を満たすように形成されている。なお、定義式中、Zは面頂点からの変位置、cは曲率半径の逆数(=1/R)、hは光軸からの光線の高さを表す。第1実施例のズームレンズの非球面係数を表2に示す。

【0025】

【表2】

		面 番 号		
		1	8	9
非 球 面 係 数	K	-0.001757	0.420381	0.007376
	A	0.990873E-04	-0.100168E-02	0.376257E-03
	B	-0.200869E-06	-0.328953E-04	0.292713E-04
	C	0.140207E-07	-0.121162E-04	-0.167233E-04
	D	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

【0026】無限遠物体、または500mmの位置の近距離物体に合焦させたときの、広角端、中間変倍位置、望遠端における、前群レンズ10と後群レンズ20との面間隔D4、後群レンズ20中の負レンズ23とフォーカス用正レンズ25との面間隔D11、後群レンズ20

と平行ガラス30との面間隔D13は、次の表3に示したように変化する。なお、表3には、フォーカス用の正レンズ25の結像倍率 β_f を条件ごとに併記した。

【0027】

【表3】

		面 間 隔			結像倍率 β_f
		D 4	D 1 1	D 1 3	
無 限 遠	広角端	18.68535	4.88104	0.63908	0.7481
	中間位置	6.42733	4.88104	3.57895	0.5728
	望遠端	1.09696	4.88104	6.51190	0.3979
近 距 離	広角端	18.68535	4.68233	0.83634	0.7363
	中間位置	6.42733	4.52658	3.93174	0.5518
	望遠端	1.09696	4.32696	7.06490	0.365

【0028】ここで、後群レンズ20の合成焦点距離 f_R 、および合焦時に移動される正レンズ25の焦点距離 f_f の各値は、

$$f_R = 11.8943064918$$

$$f_f = 16.7710678773$$

である。したがって、このズームレンズの特徴値である「 f_f / f_R 」の値は、

$$f_f / f_R = 16.7710678773 / 11.8943064918 \approx 1.41$$

であり、条件式

$$0.5 < f_f / f_R < 5.0$$

を満たしている。

【0029】また表3より、正レンズ25の結像倍率 β_f の値は、

$$0.365 \leq \beta_f \leq 0.7481$$

の範囲内であり、いずれも条件式

$$0.01 < \beta_f < 1.00$$

を満たしている。

【0030】また、正レンズ25の物体側の面の曲率半径を r_1 、正レンズ25の像側の面の曲率半径を r_2 としたときに、これら r_1 、 r_2 の各値は表1より、

$$r_1 = R12 = 16.31553$$

$$r_2 = R13 = -26.28146$$

である。したがって、このズームレンズの特徴値である「 r_1 / r_2 」の値は、

$$r_1 / r_2 = R12 / R13 = 16.31553 / (-26.28146) \approx -0.62$$

であり、条件式

$$-1.0 \leq r_1 / r_2 \leq 0.3$$

を満たしている。

【0031】さらに、ズームレンズ5の広角端における焦点距離を f_w 、無限遠物体に合焦させたときの正レンズ25と、正レンズ25の物体側に位置する負レンズ23との面間隔を d とすると、これらの f_w および d の各値は、

$$f_w = 6.70393627333$$

$$d = D11 = 4.88104$$

である。したがって、このズームレンズの特徴値である「 d / f_w 」の値は、

$$d / f_w = D11 / f_w = 4.88104 / 6.70393627333 \approx 0.73$$

であり、条件式

$$0.3 \leq d / f_w \leq 1.5$$

を満たしている。

【0032】第1実施例のズームレンズの、無限遠物体に合焦したときの、広角端、中間変倍位置、望遠端のそれぞれにおける収差図を図2ないし図4に示す。また、500mmの位置の近距離物体に合焦したときの、広角端、中間変倍位置、望遠端のそれぞれにおける収差図を図5ないし図7に示す。なお、図2ないし図7の各々において、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。また、図中(A)の球面収差図は d 線(587.6nm)に対する収差を表し、(B)の非点収差図における符号S、Tは、それぞれ球欠的像面、子午的像面に対する収差を表す。

【0033】『第2実施例』図8は、本発明のズームレンズの構成の第2実施例を示すものであり、図中の符号は図1に示した第1実施例と共通に用いた。この第2実施例のズームレンズでは、前群レンズ10は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ11と、物体側に凸面を向けた正レンズ12との2枚のレンズから構成される。また、後群レンズ20は、物体側より順に、両面が凸面の正レンズ22と、両面が凹面の負レンズ23と、両面が凸面の正レンズ25との3枚のレンズから構成される。絞り35は、正レンズ22の物体側に配置される。また、焦点調節を行う際には、後群レンズ20中で最も像面側に位置する正レンズ25のみが光軸上で移動される。

【0034】第2実施例のズームレンズの仕様は、次のとおりである。

$$f_w = 6.91068288897$$

$$f_T = 13.7492800137$$

$$f_F = -18.031960105$$

$$\begin{aligned} f_R &= 11.2207017691 \\ f_f &= 28.8890513082 \\ F_W &= 3.8 \\ F_T &= 4.7 \\ \omega_W &= 30.1^\circ \end{aligned}$$

$$\omega_T = 16.2^\circ$$

【0035】第2実施例のズームレンズのレンズデータを表4に示す。

【0036】

【表4】

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N	アッベ数 ν
1 *	17.92282	0.800000	1.806104	40.73
2	5.91626	3.106986		
3	7.50599	1.885743	1.803701	25.12
4	9.58776	16.106595**		
5	絞 り	1.920920		
6	4.47326	2.302781	1.766277	48.35
7	- 23.91380	0.391185		
8 *	- 37.05972	0.800000	1.806450	24.40
9 *	5.37284	6.454154**		
10	19.87692	1.598789	1.549100	51.10
11	- 78.09830	0.974673**		
12	∞	2.900000	1.516800	64.17
13	∞			

【0037】第2実施例のズームレンズの非球面係数を表5に示す。

【0038】

【表5】

		面 番 号		
		1	8	9
非 球 面 係 数	K	0.062688	0.002297	0.005156
	A	0.105326E-03	- 0.739471E-03	0.303835E-02
	B	0.859420E-07	- 0.526376E-04	0.134683E-03
	C	0.245358E-07	- 0.757457E-06	0.261054E-04
	D	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

【0039】無限遠物体、または500mmの位置の近距離物体に合焦させたときの、広角端、中間変倍位置、望遠端における、前群レンズ10と後群レンズ20との面間隔D4、後群レンズ20中の負レンズ23とフォーカス用正レンズ25との面間隔D9、後群レンズ20と

平行ガラス30との面間隔D11は、それぞれ次の表6に示したように変化する。また、表6には、正レンズ25の結像倍率 β_f を条件ごとに併記した。

【0040】

【表6】

		面 間 隔			結像倍率 β_f
		D 4	D 9	D 11	
無 限 遠	広角端	16.10659	6.45415	0.97467	0.8386
	中間位置	6.38314	6.45415	3.11298	0.7646
	望遠端	1.54433	6.45415	5.23011	0.6913
近 距 離	広角端	16.10659	6.14064	1.28558	0.8278
	中間位置	6.38314	5.95247	3.61017	0.7474
	望遠端	1.54433	5.74784	5.93037	0.6671

【0041】第2実施例のズームレンズの特徴値の各値は、

$$f_f / f_R = 28.8890513082 / 11.2207017691 \approx 2.57$$

$$0.6671 \leq \beta_f \leq 0.8386$$

$$r_1 / r_2 = R_{10} / R_{11}$$

$$= 19.87692 / (-78.09830) \approx -0.25$$

$$d / f_w = D_9 / f_w$$

$$= 6.45415 / 6.91068288897 \approx 0.93$$

であり、条件式

$$0.5 < f_f / f_R < 5.0$$

$$0.01 < \beta_f < 1.00$$

$$-1.0 \leq r_1 / r_2 \leq 0.3$$

$$0.3 \leq d / f_w \leq 1.5$$

のそれぞれを満たしている。

【0042】第2実施例のズームレンズの、無限遠物体に合焦したときの、広角端、中間変倍位置、望遠端のそれぞれにおける収差図を図9ないし図11に示す。また、500mmの位置の近距離物体に合焦したときの、広角端、中間変倍位置、望遠端のそれぞれにおける収差図を図12ないし図14に示す。

【0043】『第3実施例』図15は、本発明のズーム

レンズの構成の第3実施例を示すものであり、図中の符号は図1に示した第1実施例と共通に用いた。この第3実施例のズームレンズでは、第2実施例のズームレンズと同じレンズ構成となっており、焦点調節を行う際には、後群レンズ20中で最も像面側に位置する正レンズ25のみが光軸上で移動される。

【0044】第3実施例のズームレンズのレンズ仕様は、次のとおりである。

$$f_w = 6.45927747561$$

$$f_T = 12.8782544418$$

$$f_F = -18.3056925722$$

$$f_R = 11.3877644801$$

$$f_f = 12.5463922717$$

$$F_w = 4.0$$

$$F_T = 4.9$$

$$\omega_w = 31.7^\circ$$

$$\omega_T = 17.3^\circ$$

【0045】第3実施例のズームレンズのレンズデータを表7に示す。

【0046】

【表7】

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N	アッペ数 ν
1 *	69.80119	1.000000	1.804200	46.50
2	8.49340	2.410246		
3	11.56729	2.054898	1.846660	23.80
4	16.96132	19.684101**		
5	絞 り	0.200000		
6 *	4.38995	4.971531	1.691196	53.22
7 *	- 15.84793	0.400921		
8	- 7.99712	1.000000	1.846660	23.80
9	7.06382	3.981090**		
10	11.16281	2.198045	1.765872	43.47
11	- 65.67787	1.000000**		
12	∞	2.300000	1.516000	64.10
13	∞			

【0047】第3実施例のズームレンズの非球面係数を表8に示す。

【0048】
【表8】

		面 番 号		
		1	6	7
非 球 面 係 数	K	- 0.073232	0.308006	- 1.707609
	A	0.538199E-04	- 0.582135E-03	0.381186E-02
	B	0.136522E-06	0.235505E-04	0.475326E-03
	C	- 0.348150E-10	- 0.953787E-05	- 0.403714E-04
	D	0.190786E-11	0.526313E-06	0.127667E-04

【0049】無限遠物体、または500mmの位置の近距離物体に合焦させたときの、広角端、中間変倍位置、望遠端における、前群レンズ10と後群レンズ20との面間隔D4、後群レンズ20中の負レンズ23とフォーカス用正レンズ25との面間隔D9、後群レンズ20と

平行ガラス30との面間隔D11は、それぞれ次の表9に示したように変化する。また、表9には、正レンズ25の結像倍率 β_f を条件ごとに併記した。

【0050】
【表9】

		面 間 隔			結像倍率 β_f
		D4	D9	D11	
無限遠	広角端	19.68410	3.98109	1.00000	0.6441
	中間位置	10.09022	3.98109	2.69982	0.5086
	望遠端	3.59805	3.98109	4.99317	0.3258
近距離	広角端	19.68410	3.84235	1.13806	0.6331
	中間位置	10.09022	3.75870	2.92151	0.4909
	望遠端	3.59805	3.61528	5.35863	0.2967

【0051】第3実施例のズームレンズの特徴値の各値は、

$$f_f / f_R = 12.5463922717 / 11.3877644801 \approx 1.10$$

$$0.2967 \leq \beta_f \leq 0.6441$$

$$r1 / r2 = R10 / R11$$

$$= 11.16281 / (-65.67787) \approx -0.17$$

$$d / f_w = D9 / f_w$$

$$= 3.98109 / 6.45927747561 \approx 0.62$$

であり、条件式

$$0.5 < f_f / f_R < 5.0$$

$$0.01 < \beta_f < 1.00$$

$$-1.0 \leq r1 / r2 \leq 0.3$$

$$0.3 \leq d / f_w \leq 1.5$$

のそれぞれを満たしている。

【0052】第3実施例のズームレンズの、無限遠物体に合焦したときの、広角端、中間変倍位置、望遠端のそれぞれにおける収差図を図16ないし図18に示す。また、500mmの位置の近距離物体に合焦したときの、広角端、中間変倍位置、望遠端のそれぞれにおける収差図を図19ないし図21に示す。

【0053】『第4実施例』図22は、本発明のズームレンズの構成の第4実施例を示すものであり、図中の符号は図1に示した第1実施例と共通に用いた。この第4実施例のズームレンズでは、前群レンズ10は、物体側

から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ11と、物体側に凸面を向けた正レンズ12との2枚のレンズから構成される。また、後群レンズ20は、物体側より順に、両面が凸面の正レンズ22と、両面が凹面の負レンズ23と、物体側に凸面を向けた正レンズ25との3枚のレンズから構成される。絞り35は、正レンズ22の物体側に配置される。焦点調節を行う際には、後群レンズ20中で最も像面側に位置する正レンズ25のみが光軸上で移動される。

【0054】第4実施例のズームレンズのレンズ仕様は、次のとおりである。

$$f_w = 6.4576554989$$

$$f_T = 12.8878039532$$

$$f_F = -20.2830191705$$

$$f_R = 11.2000344087$$

$$f_f = 15.1090519247$$

$$F_w = 3.1$$

$$F_T = 3.8$$

$$\omega_w = 31.8^\circ$$

$$\omega_T = 17.8^\circ$$

【0055】第4実施例のズームレンズのレンズデータを表10に示す。

【0056】

【表10】

面番号i	曲率半径R	面間隔D	屈折率N	アッペ数v
1*	91.72368	1.000000	1.804200	46.50
2	9.19127	2.973668		
3	12.47048	2.155528	1.846660	23.80
4	19.05040	21.150474**		
5	絞 り	0.200000		
6*	4.57962	4.758498	1.679690	54.17
7*	- 15.84793	0.447248		
8	- 14.67994	1.000000	1.846660	23.80
9	5.70119	3.971179**		
10	9.01692	2.116799	1.694861	39.64
11	55.70163	1.000000**		
12	∞	2.300000	1.516000	64.10
13	∞			

【0057】第4実施例のズームレンズの非球面係数を表11に示す。

【0058】
【表11】

		面 番 号		
		1	6	7
非球面係数	K	- 0.023356	0.297869	- 0.493209
	A	0.461270E-04	- 0.609241E-03	0.305335E-02
	B	0.132652E-06	0.311555E-04	0.484476E-03
	C	- 0.525054E-09	- 0.908983E-05	- 0.919806E-04
	D	0.427477E-11	0.529995E-06	0.138207E-04

【0059】無限遠物体、または500mmの位置の近距離物体に合焦させたときの、広角端、中間変倍位置、望遠端における、前群レンズ10と後群レンズ20との面間隔D4、後群レンズ20中の負レンズ23とフォーカス用正レンズ25との面間隔D9、後群レンズ20と

平行ガラス30との面間隔D11は、それぞれ次の表12に示したように変化する。また、表12には、正レンズ25の結像倍率 β_f を条件ごとに併記した。

【0060】
【表12】

		面 間 隔			結像倍率 β_f
		D4	D9	D11	
無限遠	広角端	21.15047	3.97118	1.00000	0.6763
	中間位置	10.68957	3.97118	2.50912	0.5764
	望遠端	3.59877	3.97118	4.55065	0.4413
近距離	広角端	21.15047	3.82156	1.14887	0.6664
	中間位置	10.68957	3.72430	2.75499	0.5601
	望遠端	3.59877	3.56552	4.95532	0.4145

【0061】第4実施例のズームレンズの特徴値の各値は、

$$f_f / f_R = 15.1090519247 / 11.2000344087 \approx 1.35$$

$$0.4145 \leq \beta_f \leq 0.6763$$

$$r1 / r2 = R10 / R11$$

$$= 9.01692 / (55.70163) \approx 0.16$$

$$d / f_w = D9 / f_w$$

$$= 3.97118 / 6.4576554989 \approx 0.61$$

であり、条件式

$$0.5 < f_f / f_R < 5.0$$

$$0.01 < \beta_f < 1.00$$

$$-1.0 \leq r1 / r2 \leq 0.3$$

$$0.3 \leq d / f_w \leq 1.5$$

のそれぞれを満たしている。

【0062】第4実施例のズームレンズの、無限遠物体に合焦したときの、広角端、中間変倍位置、望遠端のそれぞれにおける収差図を図23ないし図25に示す。また、500mmの位置の近距離物体に合焦したときの、広角端、中間変倍位置、望遠端のそれぞれにおける収差図を図26ないし図28に示す。

【0063】『第5実施例』図29は、本発明のズームレンズの構成の第5実施例を示すものであり、図中の符号は図1に示した第1実施例と共通に用いた。この第3実施例のズームレンズでは、前群レンズ10は、物体側

から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ11と、物体側に凸面を向けた正レンズ12との2枚のレンズから構成される。また、後群レンズ20は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた2枚の正レンズ21、22と、両面が凹面の負レンズ23と、両面が凸面の正レンズ25との4枚のレンズから構成される。絞り35は、2枚の正レンズ21、22の間に配置される。焦点調節を行う際には、後群レンズ20中で最も像面側に位置する正レンズ25のみが光軸上で移動される。

【0064】第5実施例のズームレンズのレンズ仕様は、次のとおりである。

$$f_w = 6.70300866587$$

$$f_T = 18.7313921996$$

$$f_F = -14.469713375$$

$$f_R = 11.6807804558$$

$$f_f = 17.5523236077$$

$$F_w = 3.5$$

$$F_T = 5.6$$

$$\omega_w = 30.8^\circ$$

$$\omega_T = 12.1^\circ$$

【0065】第5実施例のズームレンズのレンズデータを表13に示す。

【0066】

【表13】

面番号1	曲率半径R	面間隔D	屈折率N	アッペ数 ν
1*	35.75967	0.800000	1.804200	46.50
2	6.12408	2.413288		
3*	10.57180	1.781654	1.846660	23.80
4*	17.28300	17.689409**		
5*	6.12247	1.796105	1.598696	60.97
6*	217.91165	0.270118		
7	絞 り	2.229062		
8*	6.75668	1.505886	1.721780	51.00
9*	37.21486	0.322557		
10	- 32.11284	0.800000	1.846660	23.80
11	5.51958	3.905364**		
12*	13.30602	3.086894	1.674753	31.78
13*	-104.66604	1.500157**		
14	∞	2.900000	1.516800	64.17
15	∞			

【0067】第5実施例のズームレンズの非球面係数を
表14ないし表16に示す。

【0068】
【表14】

		面 番 号		
		1	3	4
非 球 面 係 数	K	0.011310	- 0.156196	0.038156
	A	0.360401E-03	- 0.735250E-03	- 0.771077E-03
	B	- 0.108100E-04	0.280241E-05	- 0.603721E-06
	C	0.207464E-06	0.157238E-07	- 0.113844E-06
	D	- 0.152878E-08	- 0.912428E-08	- 0.434769E-08

【0069】

【表15】

		面 番 号		
		5	6	8
非 球 面 係 数	K	- 0.055479	- 0.000012	0.136297
	A	- 0.486257E-04	- 0.149226E-03	- 0.932601E-03
	B	0.467089E-05	0.494609E-05	- 0.473757E-04
	C	0.216689E-06	0.183529E-05	- 0.383467E-05
	D	- 0.110684E-06	- 0.354009E-06	- 0.121256E-05

【0070】

【表16】

		面 番 号		
		9	12	13
非 球 面 係 数	K	0.000627	0.011900	- 0.000021
	A	0.689030E-04	0.168580E-03	0.226226E-03
	B	- 0.468294E-05	0.298986E-04	0.218076E-04
	C	- 0.183805E-04	- 0.357074E-05	- 0.216609E-05
	D	- 0.185506E-06	0.156336E-06	0.820725E-07

【0071】無限遠物体、または500mmの位置の近距離物体に合焦させたときの、広角端、中間変倍位置、望遠端における、前群レンズ10と後群レンズ20との面間隔D4、後群レンズ20中の負レンズ23とフォーカス用正レンズ25との面間隔D11、後群レンズ20

と平行ガラス30との面間隔D13は、それぞれ次の表17に示したように変化する。また表17には、正レンズ25の結像倍率 β_f を条件ごとに併記した。

【0072】

【表17】

		面 間 隔			結像倍率 β_f
		D4	D11	D13	
無 限 遠	広角端	17.68941	3.90536	1.50016	0.6554
	中間位置	6.48512	3.90536	5.82729	0.4089
	望遠端	1.49746	3.90536	11.21016	0.1022
近 距 離	広角端	17.68941	3.75113	1.65378	0.6467
	中間位置	6.48512	3.56094	6.17119	0.3893
	望遠端	1.49746	3.18851	11.92700	0.0614

【0073】第5実施例のズームレンズの特徴値の各値は、

$$f_f / f_R = 17.5523236077 / 11.6807804558 \approx 1.50$$

$$0.0614 \leq \beta_f \leq 0.6554$$

$$r1 / r2 = R12 / R13$$

$$= 13.30602 / (-104.66604) \approx -0.13$$

$$d / f_w = D11 / f_w$$

$$= 3.90536 / 6.70300866587 \approx 0.58$$

であり、条件式

$$0.5 < f_f / f_R < 5.0$$

$$0.01 < \beta_f < 1.00$$

$$-1.0 \leq r1 / r2 \leq 0.3$$

$$0.3 \leq d / f_w \leq 1.5$$

のそれぞれを満たしている。

【0074】第5実施例のズームレンズの、無限遠物体に合焦したときの、広角端、中間変倍位置、望遠端のそれぞれにおける収差図を図30ないし図32に示す。また、500mmの位置の近距離物体に合焦したときの、広角端、中間変倍位置、望遠端のそれぞれにおける収差図を図33ないし図35に示す。

【0075】『第6実施例』図36は、本発明のズームレンズの構成の第6実施例を示すものであり、図中の符号は図1に示した第1実施例と共通に用いた。この第6実施例のズームレンズは、第5実施例のズームレンズと同じレンズ構成となっている。

【0076】第6実施例のズームレンズのレンズ仕様は、次のとおりである。

$$f_w = 6.70612978398$$

$$f_T = 18.6782379317$$

$$f_F = -14.0588144642$$

$$f_R = 11.6713919436$$

$$f_f = 17.7647119346$$

$$F_w = 2.9$$

$$F_T = 4.7$$

$$\omega_w = 30.8^\circ$$

$$\omega_T = 12.1^\circ$$

【0077】第6実施例のズームレンズのレンズデータを表18に示す。

【0078】

【表18】

面番号i	曲率半径R	面間隔D	屈折率N	アッベ数v
1*	41.03035	0.800000	1.804200	46.50
2	6.17918	2.328578		
3*	13.34897	2.034413	1.846660	23.80
4*	26.66507	17.177930**		
5*	6.39363	2.051355	1.595841	61.06
6*	1731.37898	0.200042		
7	絞 り	2.298918		
8*	6.80296	1.617210	1.716975	51.32
9*	40.82105	0.327082		
10	- 37.77417	0.800000	1.846660	23.80
11	5.47070	3.948628**		
12*	12.71762	3.016403	1.673289	31.90
13*	-207.35833	1.500380**		
14	∞	2.900000	1.516800	64.17
15	∞			

【0079】第6実施例のズームレンズの非球面係数を
表19ないし表21に示す。

【0080】
【表19】

		面 番 号		
		1	3	4
非 球 面 係 数	K	0.017592	- 0.472999	- 0.046049
	A	0.412829E-03	- 0.828729E-03	- 0.857675E-03
	B	- 0.139883E-04	0.627939E-05	0.518895E-05
	C	0.265921E-06	0.124250E-06	- 0.258998E-06
	D	- 0.181305E-08	- 0.150934E-07	- 0.276120E-08

【0081】

【表20】

		面 番 号		
		5	6	8
非 球 面 係 数	K	- 0.074618	- 0.609892E-7	0.095177
	A	- 0.606079E-04	- 0.156773E-03	- 0.956957E-03
	B	0.631403E-06	0.718881E-06	- 0.433607E-04
	C	0.776812E-06	0.193463E-05	- 0.343505E-05
	D	- 0.757451E-07	- 0.183474E-06	- 0.636908E-06

【0082】

【表21】

		面 番 号		
		9	12	13
非 球 面 係 数	K	- 0.002725	- 0.031177	- 0.000002
	A	- 0.176801E-03	0.160253E-03	0.263175E-03
	B	- 0.208501E-05	0.244100E-04	0.170260E-04
	C	- 0.182401E-04	- 0.345630E-05	- 0.239111E-05
	D	0.535074E-06	0.169326E-06	0.117168E-06

【0083】無限遠物体、または500mmの位置の近距離物体に合焦させたときの、広角端、中間変倍位置、望遠端における、前群レンズ10と後群レンズ20との面間隔D4、後群レンズ20中の負レンズ23とフォーカス用正レンズ25との面間隔D11、後群レンズ20

と平行ガラス30との面間隔D13は、それぞれ次の表22に示したように変化する。また表22には、正レンズ25の結像倍率 β_f を条件ごとに併記した。

【0084】

【表22】

		面 間 隔			結像倍率 β_f
		D4	D11	D13	
無 限 遠	広角端	17.17793	3.94863	1.50038	0.6561
	中間位置	6.31519	3.94863	5.94543	0.4059
	望遠端	1.49475	3.94863	11.43942	0.0966
近 距 離	広角端	17.17793	3.79391	1.65449	0.6474
	中間位置	6.31519	3.60520	6.28835	0.3866
	望遠端	1.49475	3.23652	12.15153	0.0565

【0085】第6実施例のズームレンズの特徴値の各値は、

$$f_f / f_R = 17.7647119346 / 11.6713919436 \approx 1.52$$

$$0.0565 \leq \beta_f \leq 0.6561$$

$$r1 / r2 = R12 / R13$$

$$= 12.71762 / (-207.35833) \approx -0.06$$

$$d / f_w = D11 / f_w$$

$$= 3.94863 / 6.70612978398 \approx 0.59$$

であり、条件式

$$0.5 < f_f / f_R < 5.0$$

$$0.01 < \beta_f < 1.00$$

$$-1.0 \leq r1 / r2 \leq 0.3$$

$$0.3 \leq d / f_w \leq 1.5$$

のそれぞれを満たしている。

【0086】第6実施例のズームレンズの、無限遠物体に合焦したときの、広角端、中間変倍位置、望遠端のそれぞれにおける収差図を図37ないし図39に示す。また、500mmの位置の近距離物体に合焦したときの、広角端、中間変倍位置、望遠端のそれぞれにおける収差図を図40ないし図42に示す。

【0087】

【発明の効果】以上のように本発明のズームレンズによれば、後群レンズを構成するレンズのうち、最も像面側に位置するレンズが正レンズにより構成されるので、射出瞳位置が遠くなり、バックフォーカスを十分に長くすることができる。また、最も像面側に位置する正レンズを通過する光束が光軸に対してほぼ平行になるため、この正レンズを移動させたとしても、像面湾曲の悪化が抑えられる。したがって、焦点調節を行う際には、この正レンズのみを光軸上で移動させるようにすることで、前群レンズを一体的に移動させる前群繰り出し方式のものに比べて、合焦にともなう諸収差の変動を抑えることができる。また、前群レンズは、合焦時には移動されないため、そのレンズ径を大きくしなくても、至近距離に合焦した際の周辺光量を十分に確保することができる。

【0088】また、焦点調節時に移動されるレンズの総重量が、前群繰り出し方式のものに比較して格段に少なくなるので、レンズの駆動系にかかる負担が軽減され、小型の駆動系を用いることが可能となる。これにより、駆動系を鏡胴内部に収納しやすくなるとともに、後群レンズの周辺部に納めることも可能となる。

【0089】また、合焦時に移動される正レンズと、この物体側に位置するレンズとの面間隔を調整することで、射出瞳位置を適正な位置に調整し、レンズ系の全長が必要以上に長く構成されることを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のズームレンズの第1実施例を示すレンズ構成図である。

【図2】図1に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図3】図1に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの中間変倍位置における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図4】図1に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図5】図1に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図6】図1に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの中間変倍位置における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図7】図1に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図8】本発明のズームレンズの第2実施例を示すレンズ構成図である。

【図9】図8に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図10】図8に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの中間変倍位置における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図11】図8に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図12】図8に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図13】図8に示したズームレンズの近距離物体に合

焦したときの中間変倍位置における収差図であり、

(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図14】図8に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図15】本発明のズームレンズの第3実施例を示すレンズ構成図である。

【図16】図15に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図17】図15に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの中間変倍位置における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図18】図15に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図19】図15に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図20】図15に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの中間変倍位置における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図21】図15に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図22】本発明のズームレンズの第4実施例を示すレンズ構成図である。

【図23】図22に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図24】図22に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの中間変倍位置における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図25】図22に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図26】図22に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差を

それぞれ表している。

【図27】図22に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの中間変倍位置における収差図であり、

(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図28】図22に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図29】本発明のズームレンズの第5実施例を示すレンズ構成図である。

【図30】図29に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図31】図29に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの中間変倍位置における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図32】図29に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図33】図29に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図34】図29に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの中間変倍位置における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図35】図29に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差を

それぞれ表している。

【図36】本発明のズームレンズの第6実施例を示すレンズ構成図である。

【図37】図36に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図38】図36に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの中間変倍位置における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図39】図36に示したズームレンズの無限遠物体に合焦したときの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図40】図36に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

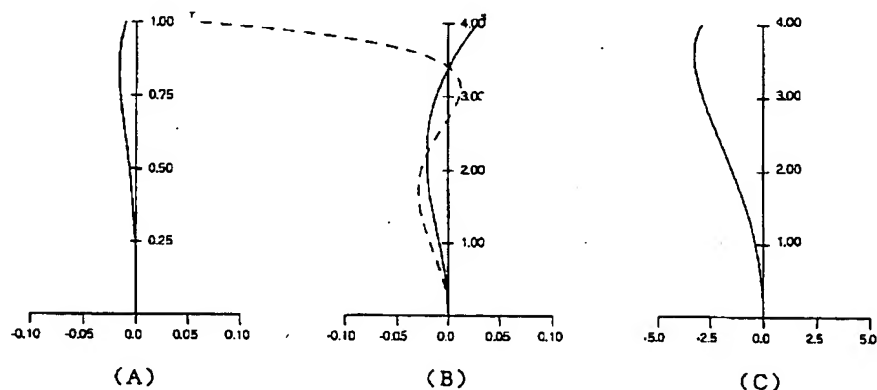
【図41】図36に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの中間変倍位置における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図42】図36に示したズームレンズの近距離物体に合焦したときの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

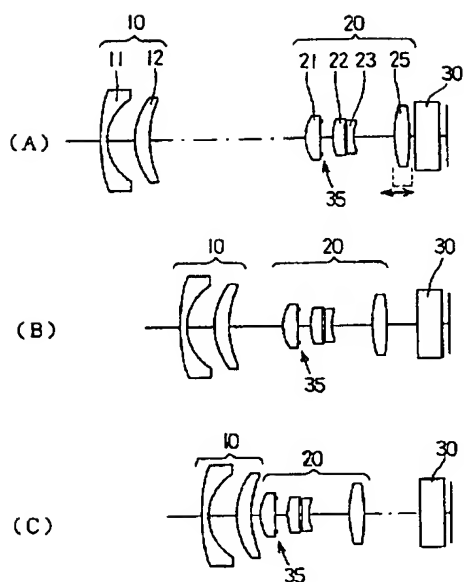
【符号の説明】

- 5 ズームレンズ
- 10 前群レンズ
- 20 後群レンズ
- 25 フォーカス用正レンズ
- 30 平行ガラス
- 35 絞り

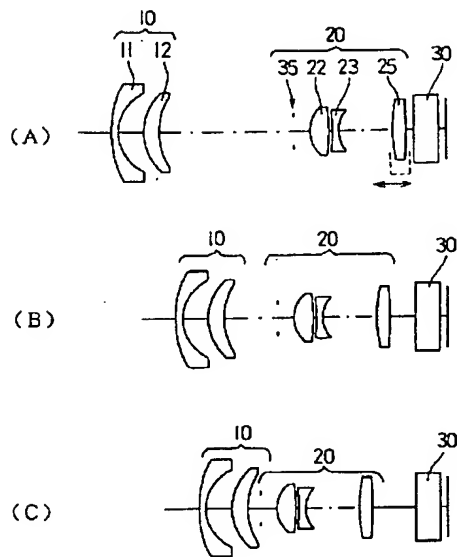
【図2】



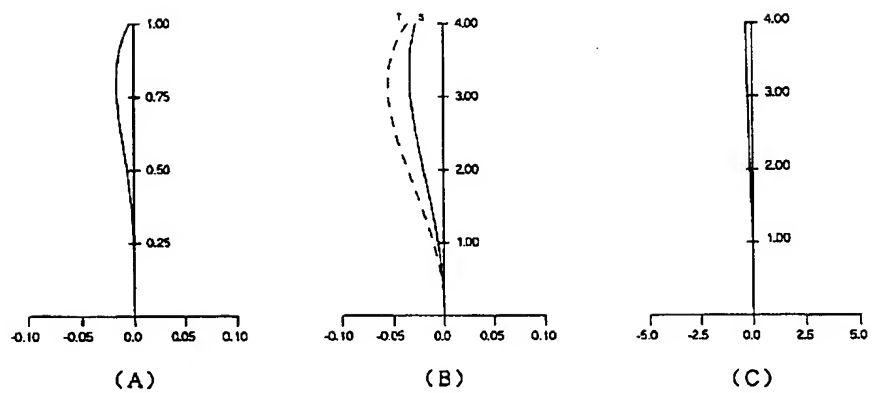
【図1】



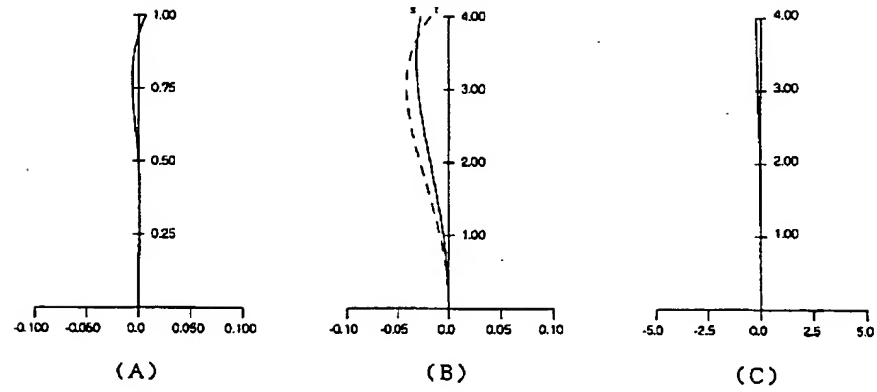
【図8】



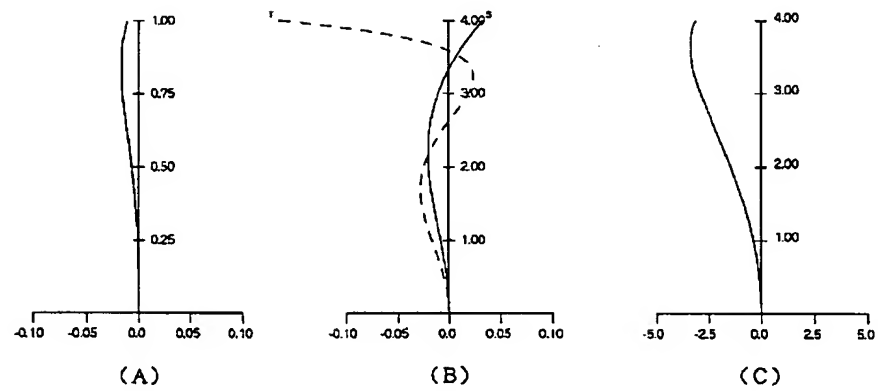
【図3】



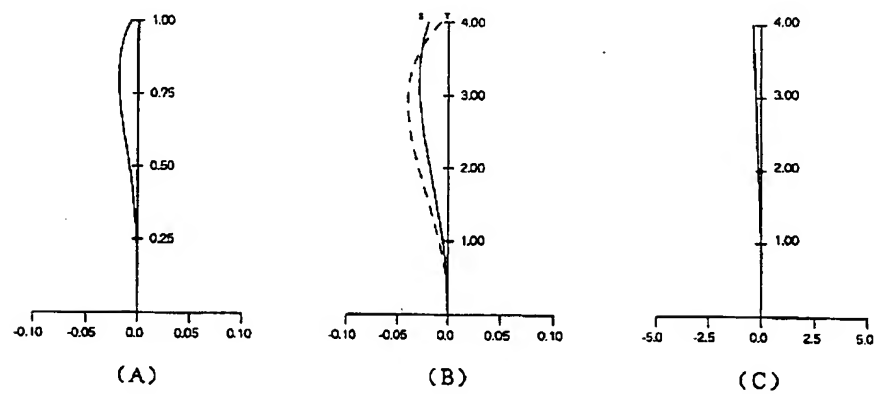
【図4】



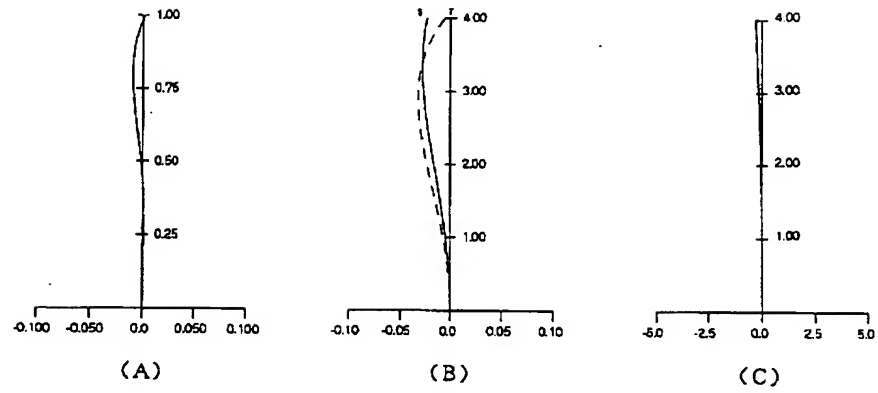
【図5】



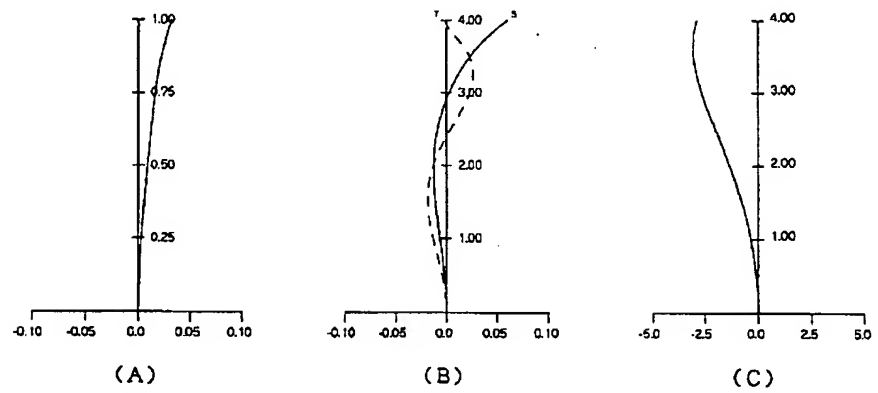
【図6】



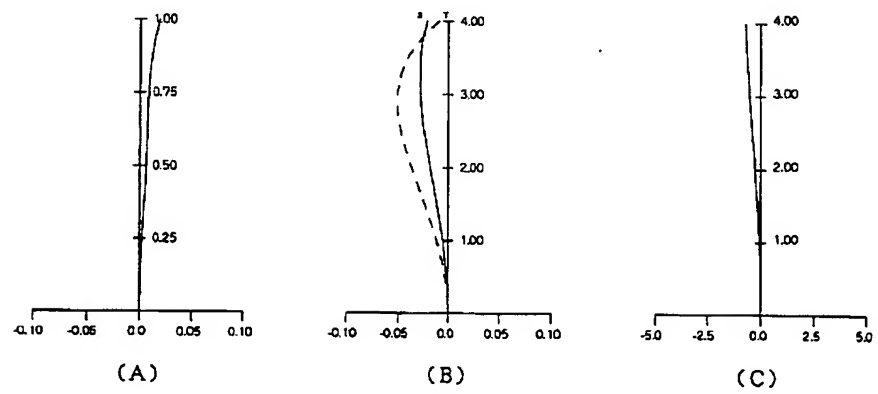
【図7】



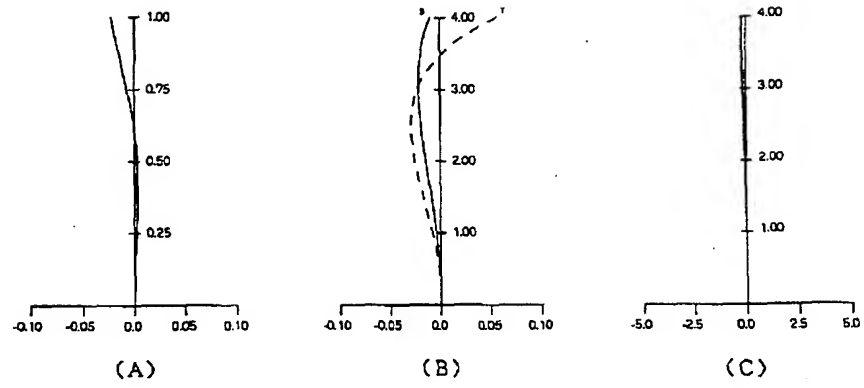
【図9】



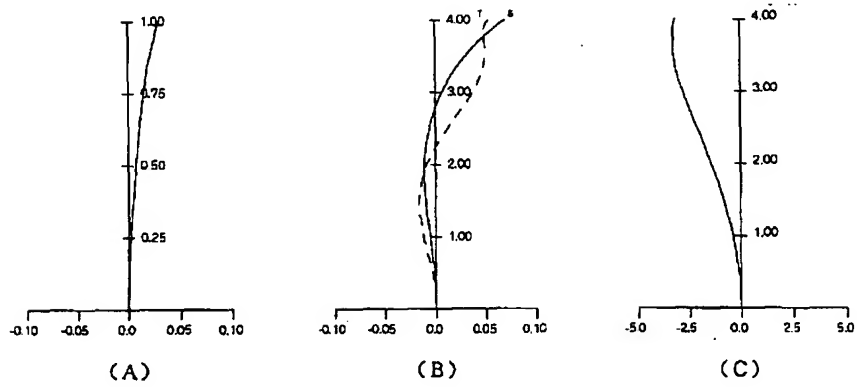
【図10】



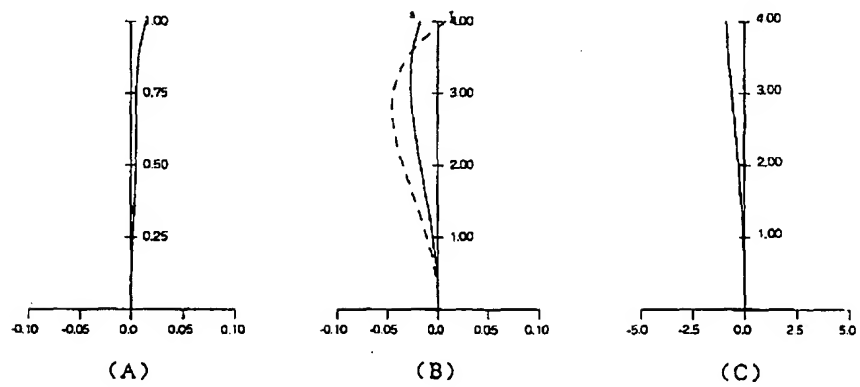
【図11】



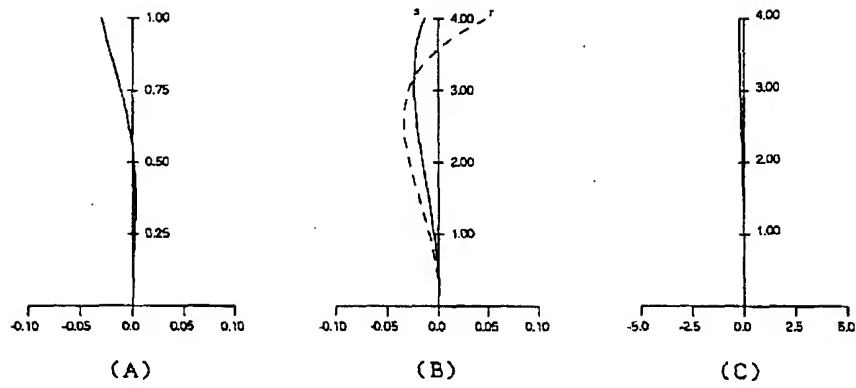
【図12】



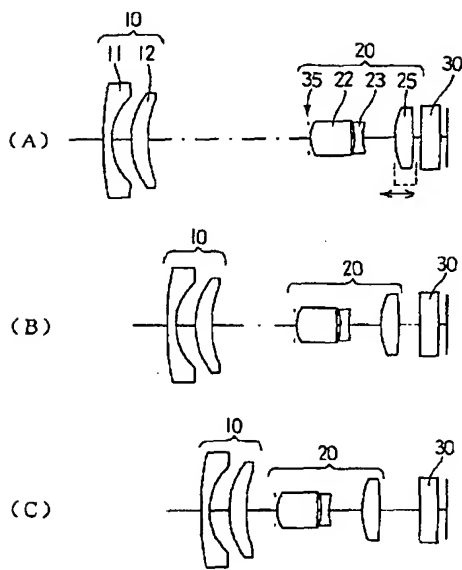
【図13】



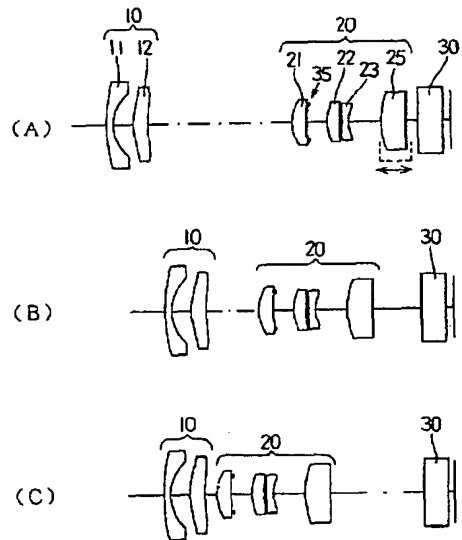
【図14】



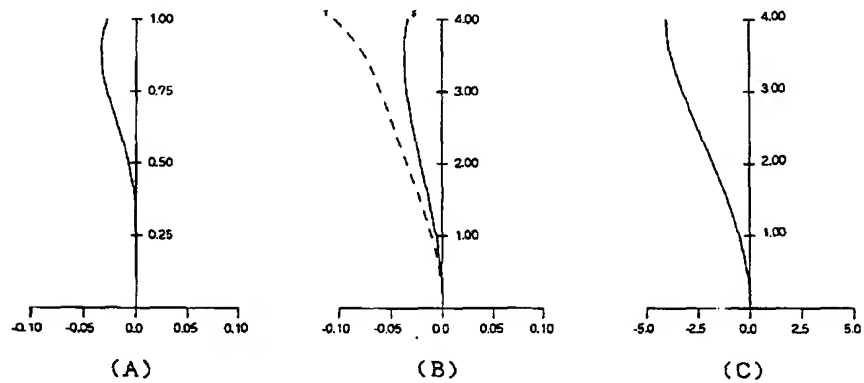
【図15】



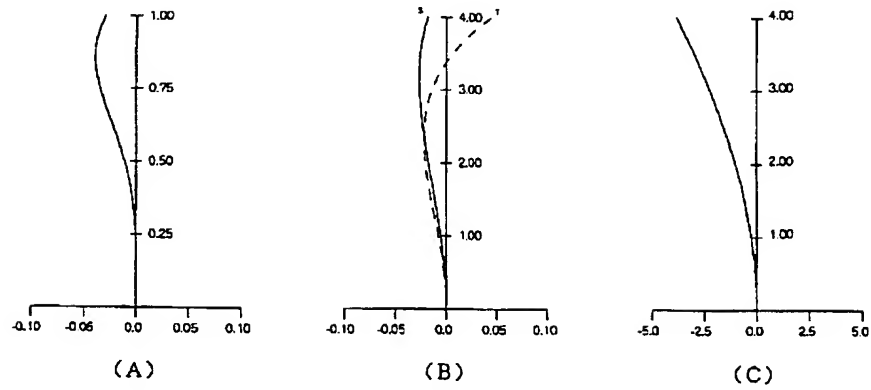
【図29】



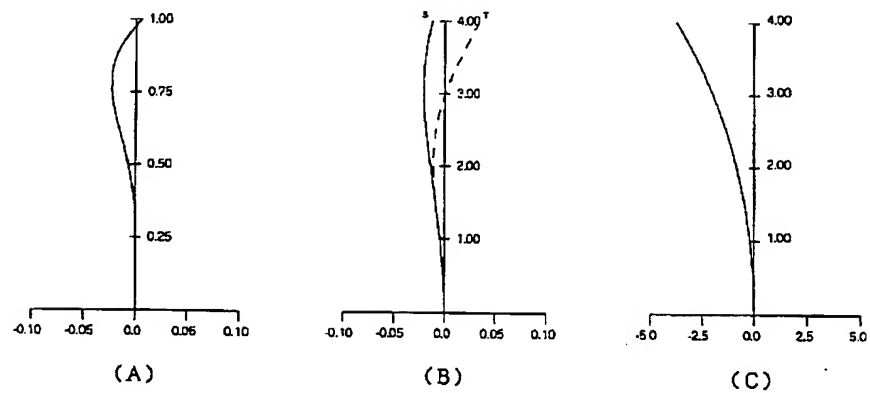
【図16】



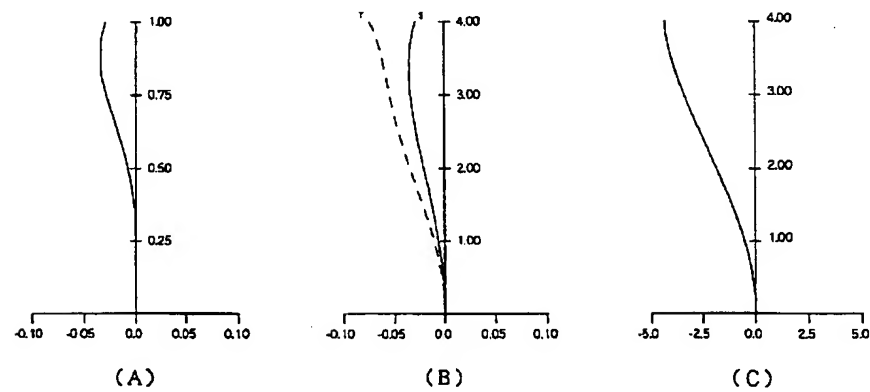
【図17】



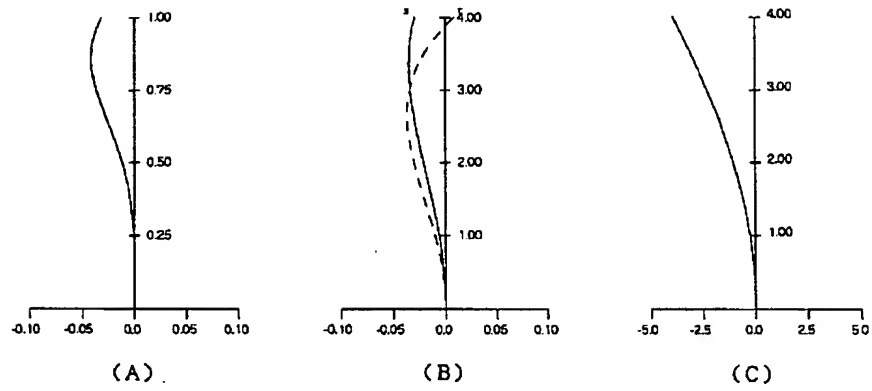
【図18】



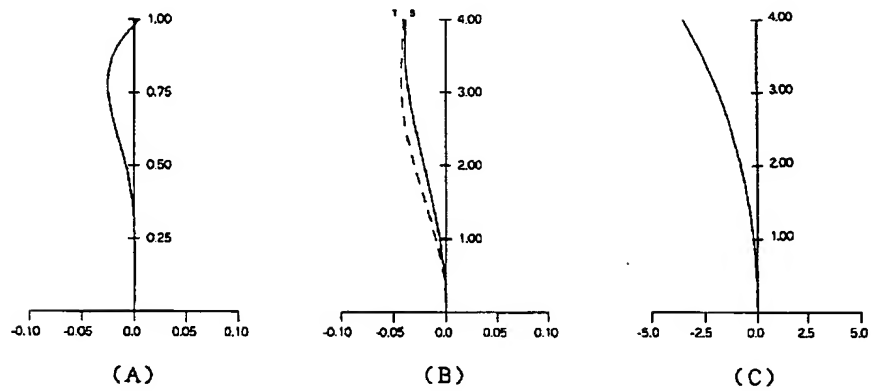
【図19】



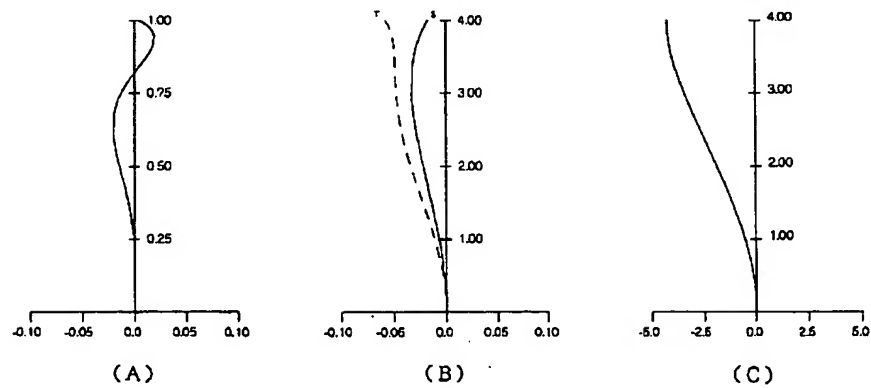
【図20】



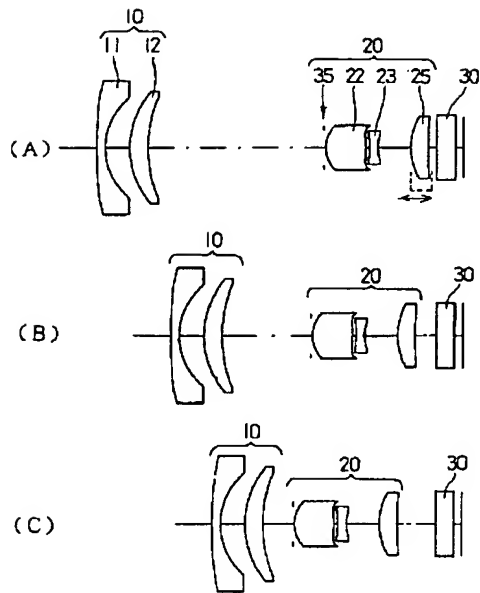
【図21】



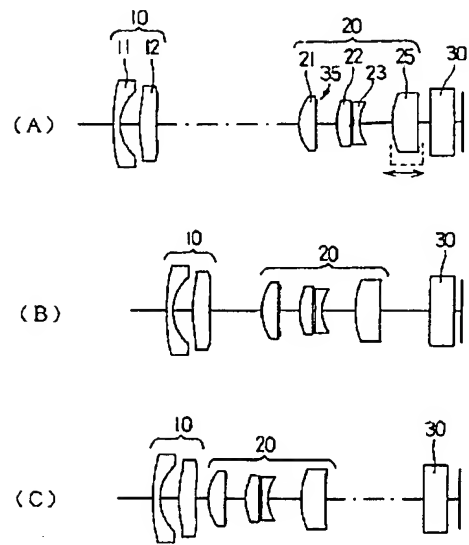
【図23】



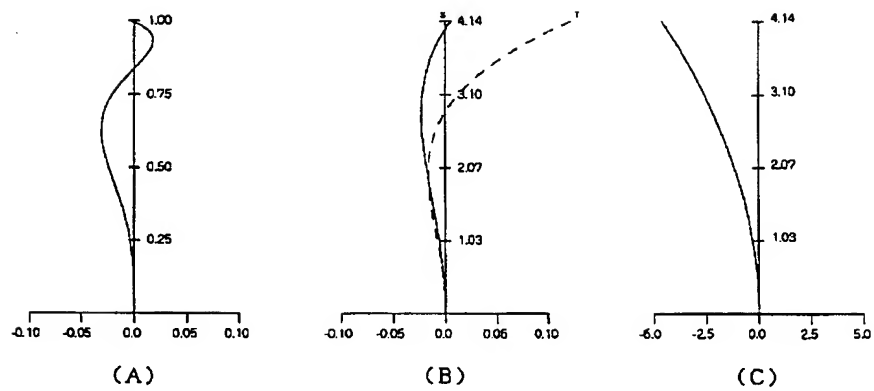
【図22】



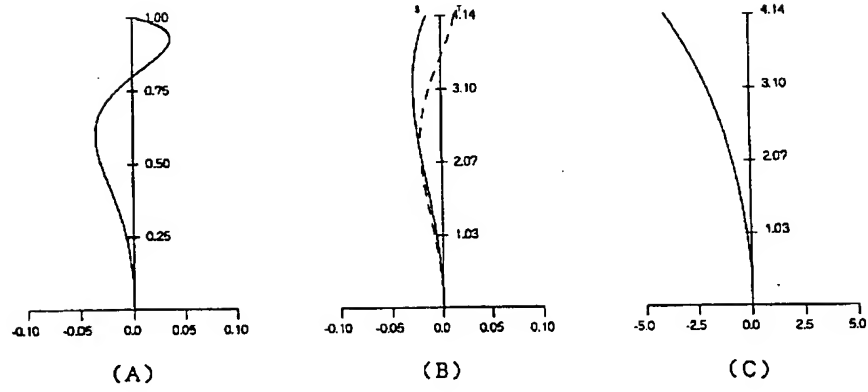
【図36】



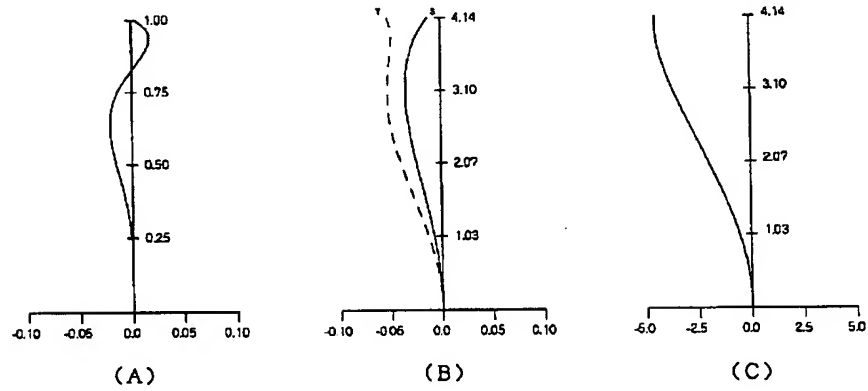
【図24】



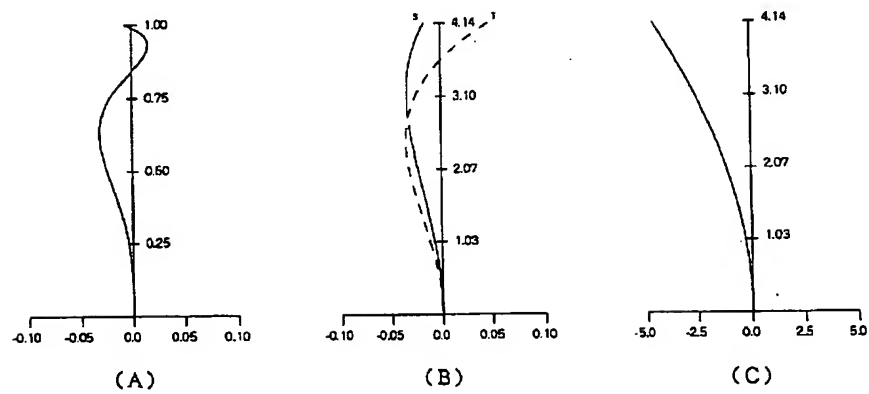
【図25】



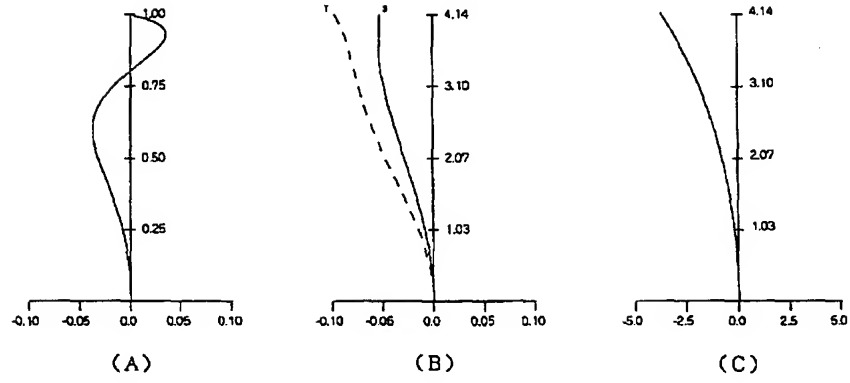
【図26】



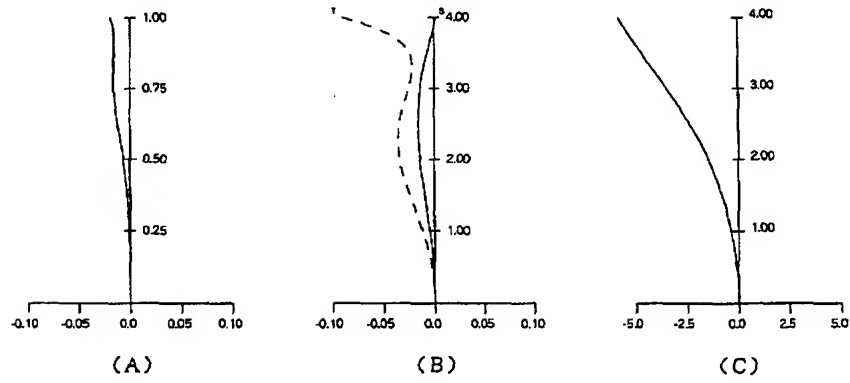
【図27】



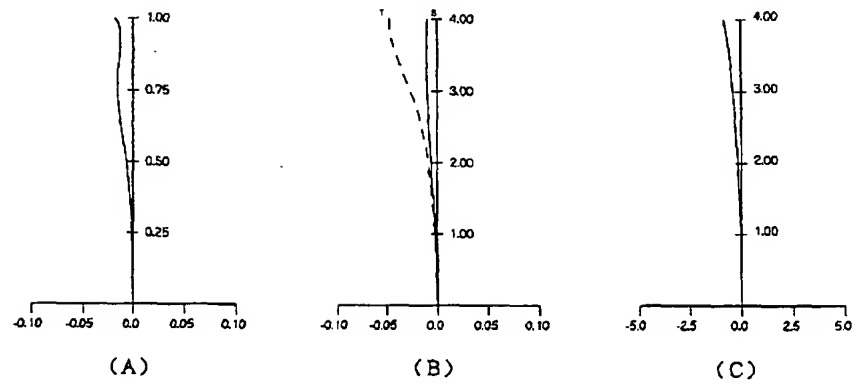
【図28】



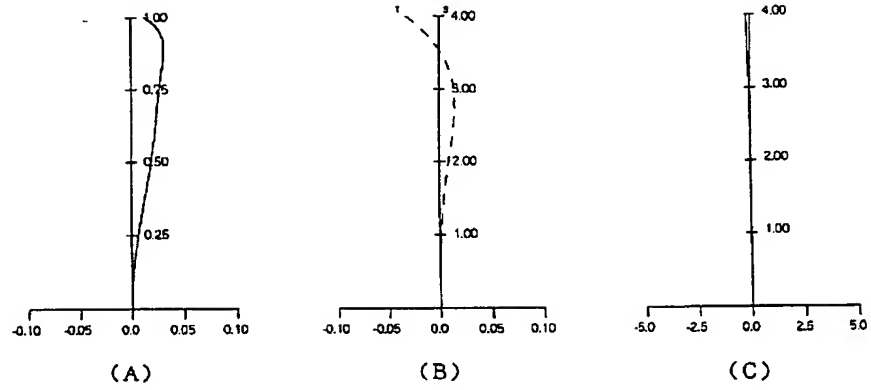
【図30】



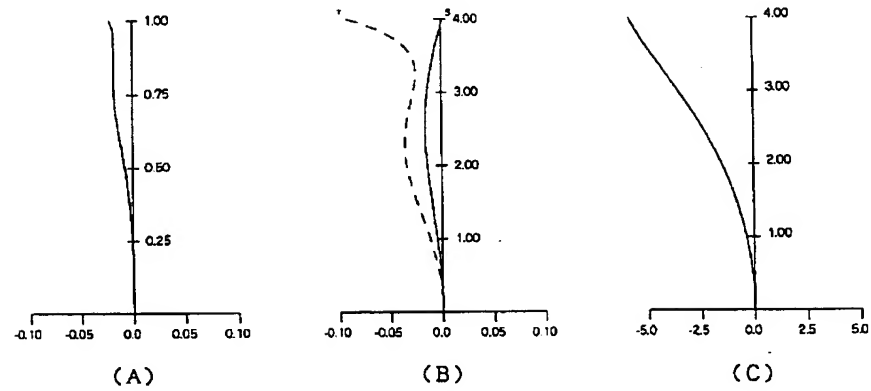
【図31】



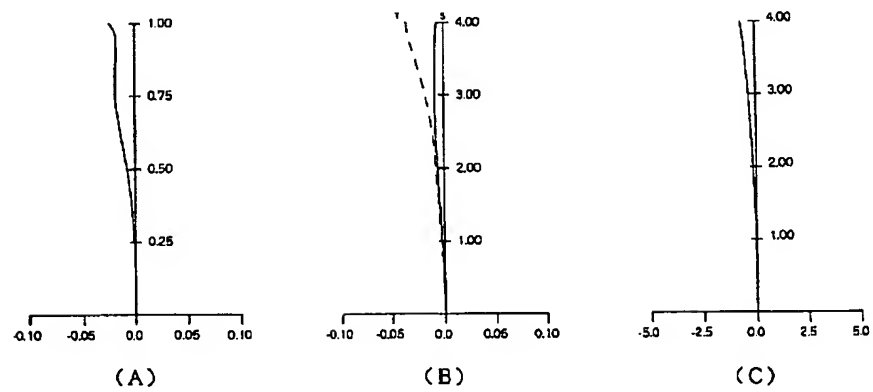
【図32】



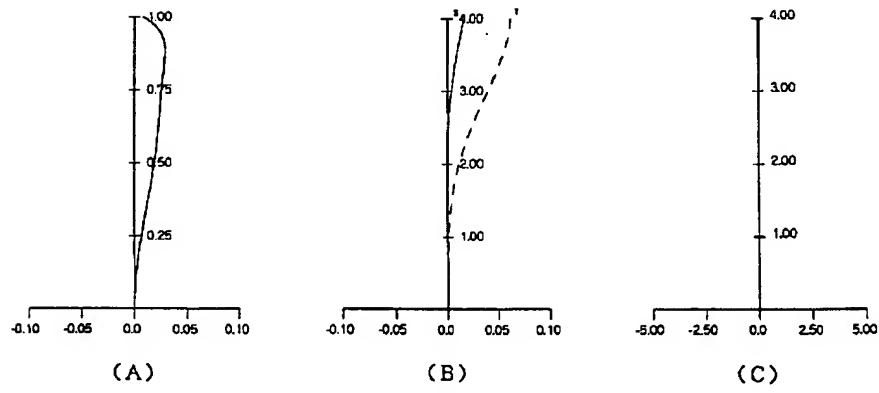
【図33】



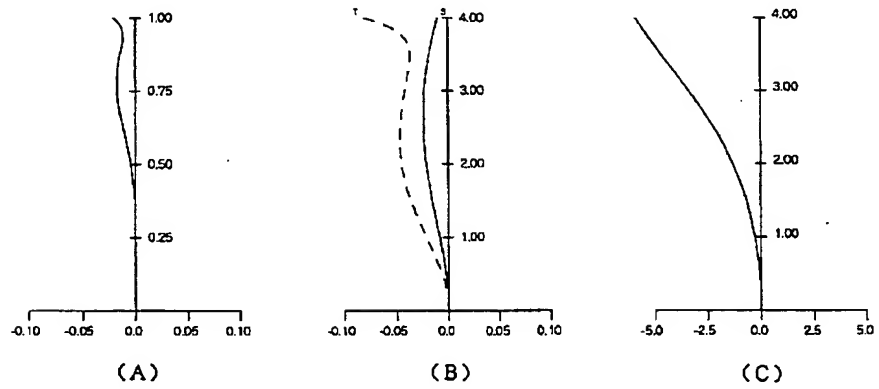
【図34】



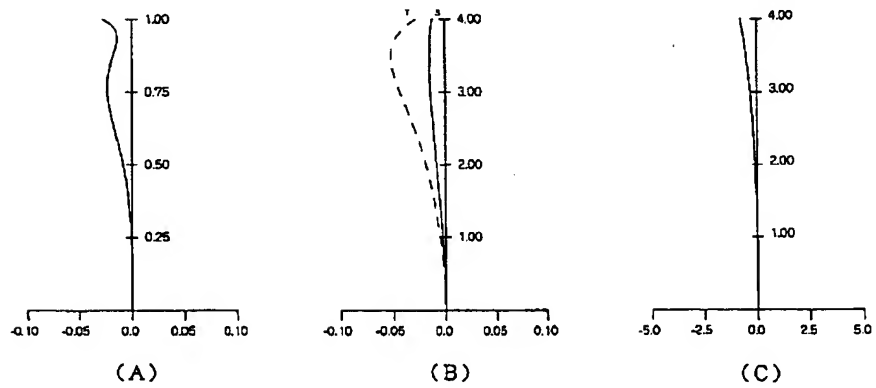
【図35】



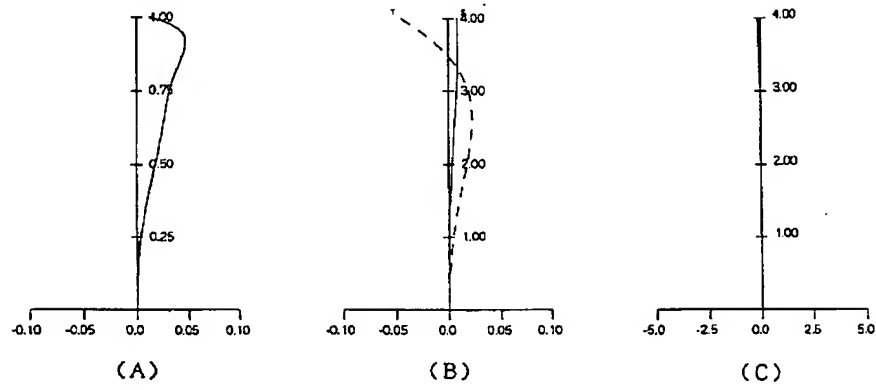
【図37】



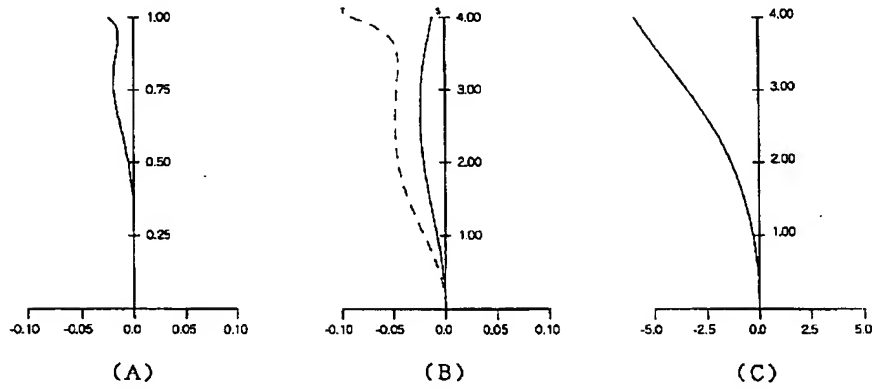
【図38】



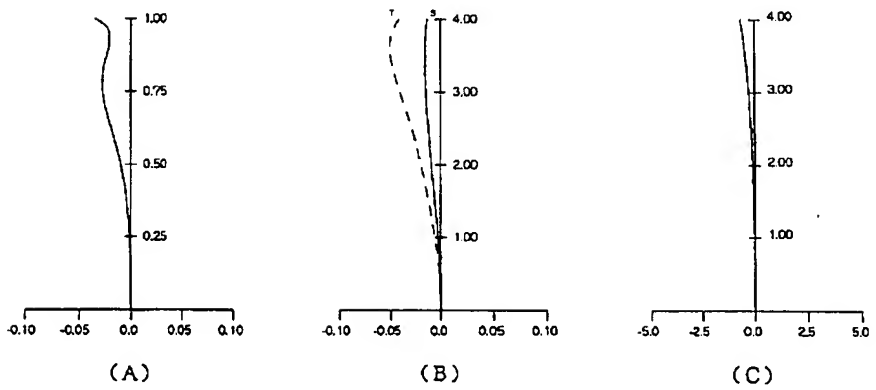
【図39】



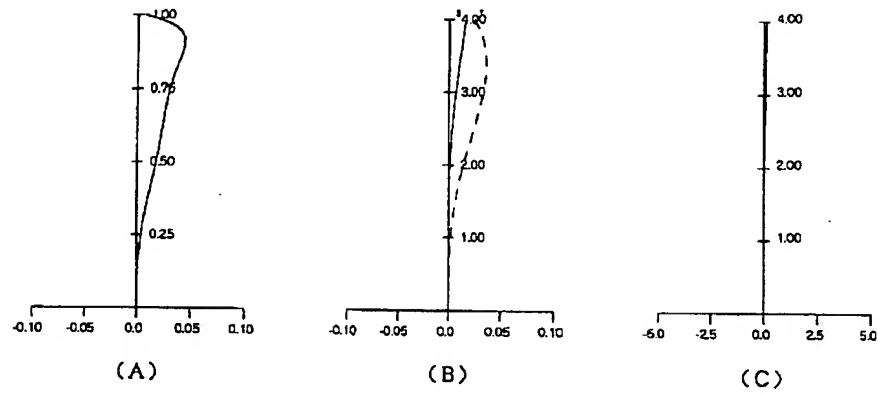
【図40】



【図41】



【図42】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 KA03 MA18 PA05 PA06
PA17 PB05 PB06 QA02 QA06
QA07 QA17 QA21 QA25 QA32
QA34 QA42 QA45 RA05 RA12
RA13 RA36 RA42 SA07 SA09
SA62 SA63 SB03 SB14 SB15